

Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) Numéro de publication : **0 487 413 B1**

(12)

FASCICULE DE BREVET EUROPEEN

(45) Date de publication du fascicule du brevet :
19.07.95 Bulletin 95/29

(51) Int. Cl.⁶ : **H04R 25/00**

(21) Numéro de dépôt : **91403122.4**

(22) Date de dépôt : **20.11.91**

(54) Dispositif électronique formant prothèse auditive programmable miniature, en particulier du type intra-conduit

(30) Priorité : **23.11.90 FR 9014667**

(43) Date de publication de la demande :
27.05.92 Bulletin 92/22

(45) Mention de la délivrance du brevet :
19.07.95 Bulletin 95/29

(84) Etats contractants désignés :
AT BE CH DE DK ES FR GB GR IT LI LU NL SE

(56) Documents cités :
WO-A-90/10363
DE-A- 3 345 921
PROCEEDINGS OF THE IEEE 1988 CUSTOM
INTEGRATED CIRCUITS CONFERENCE -RO-
CHESTER, NEW YORK, 16-19 MAI 1988 PAGES
12.6.1-12.6.4; F.CALLIAS ET AL: 'A
set of 4 IC's in CMOS technology for a pro-
grammable hearing aid'

(73) Titulaire : **Société ALPHA I**
114-126 Avenue d'Alfortville
F-94600 Choisy Le Roi (FR)

(72) Inventeur : **Flippe, Patrice**
2, rue de l'Eglise
F-77930 Perthes (FR)
Inventeur : **Laurent, Pierre**
8, rue de l'Ecole
F-28300 Cintray (FR)

(74) Mandataire : **Plaçais, Jean-Yves et al**
Cabinet Netter,
40, rue Vignon
F-75009 Paris (FR)

Il est rappelé que : Dans un délai de neuf mois à compter de la date de publication de la mention de la délivrance du brevet européen toute personne peut faire opposition au brevet européen délivré, auprès de l'Office européen des brevets. L'opposition doit être formée par écrit et motivée. Elle n'est réputée formée qu'après paiement de la taxe d'opposition (Art. 99(1) Convention sur le brevet européen).

Description

L'invention concerne les dispositifs électroniques miniatures, en particulier, mais non exclusivement, de tels dispositifs électroniques destinés à servir comme prothèse auditive.

Du point de vue de l'utilisateur, on distingue parmi les prothèses auditives celles qui sont extérieures à l'oreille, celles qui sont logées au moins en partie dans le pavillon ou la conque de l'oreille (prothèse intra-conque) et les prothèses qui sont totalement logées à l'intérieur du conduit ou canal auditif (prothèse intra-conduit ou encore intra-canal).

Un autre facteur est extrêmement important. Il faut en effet distinguer les prothèses auditives dont le mode de correction est programmable, mais d'une façon fixe par construction et celles dont le mode de programmation est ajustable à tout moment, que l'on nomme habituellement prothèses auditives programmables dynamiquement.

De nombreux dispositifs peuvent être implantés à l'extérieur de l'oreille, ou bien dans le pavillon ou la conque de l'oreille.

Par ailleurs, on connaît des prothèses auditives intra-canal dont la programmation est effectuée de façon définitive avant implantation dans le canal auditif.

Quelques solutions ont été proposées pour tenter d'implanter dans le canal auditif une prothèse auditive dont le mode de programmation est ajustable.

Ainsi, le document de F.CALIAS et al "A set of 4 IC'S in CMOS technology for a programmable hearing aid", publié dans Proceedings of the IEEE 1988 Custom Integrated Circuits Conference, Rochester, New-York, 16-19 mai 1988, décrit un dispositif formant prothèse auditive à quatre circuits intégrés du type comprenant:

- un microphone,
- des moyens de filtrage à filtre à capacité commutée,
- des moyens d'amplification aptes à amplifier des signaux d'entrée issus du microphone,
- un transducteur de restitution sonore apte à transcrire les signaux issus des moyens de filtrage,
- des moyens de commande de ladite prothèse, comprenant une mémoire de commande programmable et une interface de programmation,
- un quartz apte à piloter la commutation des filtres à capacité commutée,
- des moyens d'alimentation en tension, comprenant une pile d'alimentation basse tension, au moins un convertisseur continu continu élévateur en basse tension apte à alimenter le quartz, et au moins un convertisseur continu continu élévateur en tension élevée apte à fournir la tension d'écriture de la mémoire de commande, et

- des condensateurs externes de liaison et des condensateurs externes de découplage couplés au moins aux moyens d'alimentation.

Un second document, WO-A 9 010 363 de la Société ENSONIQ CORPORATION, décrit un dispositif d'un type sensiblement identique à celui décrit ci-dessus, mais dans lequel, d'une part, la majeure partie des composants est installée sur un unique circuit intégré de grande dimension, et d'autre part, les filtres utilisés ne sont pas à capacité commutée.

Dans les deux dispositifs précités, au moins l'alimentation et/ou les éléments passifs indispensables à ladite alimentation ne font pas partie des éléments de la prothèse logés dans le canal auditif; ils sont donc logés à l'extérieur dudit canal. Or, parmi ces éléments passifs, les condensateurs externes permettent l'élévation de la tension fournie par la pile, laquelle élévation est indispensable au moins à la programmation dynamique. Ces condensateurs sont des composants de volume important particulièrement difficiles à loger.

Par ailleurs dans ces deux dispositifs, l'amplitude des signaux issus des moyens de filtrage n'est pas suffisamment grande pour autoriser leur transfert direct vers le transducteur de restitution sonore. De seconds moyens d'amplification sont donc nécessaires.

En conséquence, bien que de nombreux produits soient vendus ou proposés, il n'existe pas actuellement de prothèse auditive programmable dynamiquement qui soit suffisamment petite pour pouvoir être totalement logée dans le conduit auditif. En d'autres termes, il n'existe pas de prothèse auditive programmable dynamiquement du type intra-conduit. La raison en est que la réalisation de telles prothèses pose des problèmes extrêmement difficiles à résoudre.

La présente invention vient précisément proposer un dispositif électronique permettant la réalisation d'une telle prothèse.

L'invention propose à cet effet un dispositif, du type décrit dans l'introduction, caractérisé en ce que les moyens de filtrage et d'amplification sont réalisés sous la forme d'au moins un circuit intégré collé sur une face supérieure d'un substrat, lequel substrat est muni d'échancrures destinées à loger le microphone.

Selon une autre caractéristique principale de l'invention, d'une part, les condensateurs externes sont installés sur une face inférieure dudit substrat, et d'autre part, le quartz est installé au-dessus desdits condensateurs externes.

Cela permet de réaliser un assemblage compact formant prothèse auditive programmable pouvant être introduit dans un canal auriculaire.

Selon un autre mode de réalisation, le dispositif comporte un premier circuit intégré comprenant les moyens d'amplification, un second circuit intégré comprenant les moyens de filtrage, les moyens de commande et les moyens d'alimentation, et un troisième circuit intégré comprenant le transducteur, le-

quel est un transducteur amplifié.

Très avantageusement, le premier circuit intégré est collé sur le second circuit intégré, lequel est collé sur la face supérieure du substrat.

De façon tout à fait inhabituelle, il s'est avéré possible d'obtenir un fonctionnement satisfaisant en montant ces deux circuits intégrés l'un sur l'autre, comme on le verra ci-après.

Plus particulièrement, les circuits intégrés sont réalisés en technologie dite SACMOS, et le substrat est un circuit hybride du type co-cuit multicouche pré-perforé.

Selon encore un autre mode de réalisation, d'une part, la face supérieure du substrat comprend sur une partie de sa surface des plages de connexion, et d'autre part, les couches intermédiaires du substrat logent des résistances sérigraphiées, lesquelles coopèrent avec les moyens d'amplification.

Une telle intégration quasi-planaire permet d'optimiser à la fois les connexions et le volume occupé.

De façon particulièrement avantageuse, les moyens de filtrage comprennent des moyens d'ajustement au voisinage de deux fréquences acoustiques situées au centre de la bande audible, préférentiellement à un ou deux kilohertz et à trois kilohertz.

Compte tenu des résonances liées à l'implantation de l'appareil dans le conduit auriculaire, le fait de prévoir un ou, de préférence, plusieurs ajustements du type passe-bande, à des fréquences situées au centre de la bande audible, améliore les caractéristiques acoustiques particulières de la prothèse selon l'invention.

Selon un autre mode de réalisation, l'interface de programmation répond à une seule commande pour produire la tension d'écriture en mémoire et la commande de basculement en mode écriture.

Une telle solution minimise le besoin en connexion et la taille du connecteur.

Selon un dernier mode de réalisation, le circuit hybride s'étend selon un volume parallélépipédique, dont la longueur est inférieure à environ 11 millimètres, et la largeur inférieure à 6 millimètres.

De telles dimensions autorisent l'implantation de l'ensemble de la prothèse à l'intérieur du conduit auriculaire.

D'autres caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront à l'examen de la description détaillée ci-après et des dessins annexés, sur lesquels :

- la figure 1 est un schéma général d'un dispositif selon l'invention ;
- la figure 2 est un schéma correspondant à la figure 1, simplifié, mais montrant en outre l'interconnexion du dispositif avec un micro-ordinateur pour la programmation ;
- la figure 3 est un schéma simplifié d'implantation du circuit hybride permettant la mise en oeuvre de l'invention ;
- la figure 4 est un schéma plus détaillé du circuit

de filtrage 4 ou U2 utile à la mise en oeuvre de l'invention ;

- les figures 5A et 5B sont des schémas d'implantation détaillée du circuit hybride ; et
- les figures 6A à 6C sont des schémas d'implantation générale du dispositif selon l'invention.

Sur la figure 1, le dispositif selon l'invention est alimenté par une pile 1 dont la tension nominale est de 1,3 V. Il s'agit d'une pile miniature telle que le modèle 312, 13, 10, 675 ou toute autre pile ou accumulateur convenable.

Le dispositif comprend un microphone 2 qui peut être le modèle 3046, EA 1842, EK 3024 ou tout autre modèle de microphone pour prothèse auditive, de préférence du type électret. Ce microphone 2 est connecté par un condensateur 29 à un préamplificateur 3 qui est la première puce U1 de circuit intégré. (De façon générale, la référence numérique désigne l'ensemble du circuit, tandis que la référence de la puce ne vise pas les composants du circuit qui sont extérieurs à la puce).

Cette puce U1 peut être, par exemple, le modèle GC509/LC508 vendu par la Société GENNUM Corporation. Elle est assortie de deux résistances externes 31 et 32, ainsi que d'un potentiomètre miniature 38, pour la commande de volume.

En variante, on prévoit une puce avec préamplificateur et amplificateur à gain variable, ce gain variable étant obtenu par une technique d'échantillonnage à capacité commutée, auquel cas un filtre anti-repliement et un circuit échantillonneur bloqueur sont incorporés entre le préamplificateur analogique et sa commande automatique de gain.

La sortie du préamplificateur 3 est interconnectée par un condensateur 39 au circuit de filtrage 4 proprement dit qui est réalisé par une seconde puce de circuit intégré U2, avec des condensateurs externes 73, 74, 75, 77 et 78. La sortie de la puce U2 est reliée par un condensateur 80 à un écouteur 8, avec ou sans amplificateur de puissance 8, constitué d'une troisième puce U3. L'écouteur amplifié peut être l'un des modèles de la Société KNOWLES EP 3073, EP 3074, ou EP 3075. Des écouteurs KNOWLES non amplifiés des séries ED, EH ou BK, par exemple, peuvent également convenir, en réalisant séparément une puce d'amplificateur de puissance, ou bien en ajoutant un étage supplémentaire au préamplificateur 3.

Comme on le verra plus loin, le circuit du filtre 4 (éventuellement le circuit du préamplificateur 3) sont munis d'étages à capacité commutée, susceptibles d'être commandés numériquement (c'est-à-dire logiquement) à partir d'une mémoire fixe qui est, de préférence, du type E2PROM. La programmation de cette mémoire s'effectue par les liaisons PRG.

On s'attache ici à la mémoire E2PROM incorporée au circuit de filtre proprement dit 4.

Pour la programmation (figure 2), on utilise un mi-

cro-ordinateur 100, muni en principe d'un disque dur, d'un clavier 102, d'un écran 104, et d'une carte interne spécialisée 110, prévue pour la communication avec la mémoire E2PROM. Il s'agit d'une carte série dont la réalisation technique ne pose pas de problème particulier, cette carte étant dans son principe semblable à celle utilisée pour les prothèses auditives programmables déjà connues, mais non du type intra-conduit. Le micro-ordinateur est avantageusement du type standard actuel, articulé sur un proces-

seur 8086 ou 80286, avec un système d'exploitation du type connu sous la marque MS-DOS, ou équivalent.

La figure 3 fait apparaître schématiquement comment l'on peut implanter l'une sur l'autre les deux puces U2 et U1, sur un substrat S de circuit hybride, dont la face supérieure porte, au-dessous de la puce U2, une pluralité de résistances (non visibles).

Au-dessous du substrat S, sont implantés des condensateurs, dont on voit ici ceux qui portent les références 39, 73, 77 et 80. Le quartz QZ1 peut être monté au dessus des condensateurs. On monte de même le microphone 2, la pile 1, la puce U3 de l'amplificateur 8 et son transducteur associé 9 qui est naturellement placé du côté du tympan, tandis que le microphone 2 est placé du côté de la sortie du conduit auditif.

Sur la figure 4, on voit le détail du circuit de filtrage proprement dit 4, avec la limite de sa puce U2, ce circuit étant le plus délicat à réaliser sous forme miniaturisée.

Il comprend, après le condensateur externe de liaison 39, un étage 40 formant amplificateur tampon d'entrée. Cet étage 40 est suivi d'un étage 41 (à double amplificateur) qui possède une fonction de filtre anti-repliement, compte tenu de la cadence d'échantillonnage que l'on considérera ci-après. De préférence, on prévoit ensuite un étage 45 qui possède une fonction de lissage et comporte deux sous-étages internes 45A et 45B, le premier 45A court-circuitable. Ces deux sous-étages reçoivent la fréquence de commutation f_c utilisée pour les capacités commutées et leur fonction est de réaliser l'échantillonnage requis pour ces capacités commutées.

La sortie de l'étage 45 est appliquée à un ensemble de circuits de filtrage à capacités commutées 51 à 58.

Chaque étage de filtrage est court-circuitable. En outre, il est lui-même programmable pour obtenir plusieurs niveaux de filtrage.

Les trois premiers filtres 51 à 53 sont consacrés à des fonctions passe-bas. Les deux filtres suivants, 54 et 55, sont consacrés à des fonctions de filtrage passe-bande, de préférence au centre de la bande acoustique audible. Les trois derniers filtres 56 à 58 sont consacrés à des fonctions de filtrage passe-haut.

Le principe de tels filtres est par exemple décrit

dans l'article de Gordon M. JACOBS et al, intitulé DESIGN TECHNIQUES FOR MOS SWITCHED CAPACITOR LADDER FILTERS, IEEE Journal of solid-state circuits, Vol SC-13, N°6, Décembre 1978, pages 267-274.

La réalisation de tels filtres sous forme de circuit intégré est considérée dans son principe comme accessible à l'homme de l'art.

Les filtres en question et d'autres fonctions de commutation de la puce U2 sont régies par les bits d'information contenus dans une mémoire 500 du type E2PROM qui peut, par exemple, comporter vingt-quatre bits utiles. A cette mémoire 500 est associé un registre d'entrée 501 qui communique par une logique de commande 505 avec des connexions de programmation PRG, en principe au nombre de trois, auquel s'ajoutent sur un même connecteur les deux connexions d'alimentation par pile (non représentée sur la figure 4).

Plus précisément, hormis les deux fils d'alimentation, on prévoit une connexion de signal, une connexion d'horloge et une connexion pour réaliser à la fois la commande de lecture/écriture et la mise en oeuvre de la tension d'écriture, sur laquelle on reviendra plus loin.

Un oscillateur 70, opérant par exemple à 32 kHz, et assisté d'un quartz externe QZ1, fournit une fréquence f_c destinée à toutes les capacités commutées de la puce U2. Cette fréquence f_c est également appliquée à deux étages 71 et 72, dont le premier est doubleur de tension et le second est tripleur de tension. Le doubleur de tension 71, dont le schéma est du type connu, opère à partir de capacités intégrées pour produire, sous faible énergie, les tensions de commande de grilles VGMOS pour les transistors à effet de champ que comporte la puce U2.

L'étage tripleur 72 doit, par contre, fournir une quantité d'énergie supérieure. Il lui est associé trois capacités externes 73 à 75 qui lui permettent de fournir trois tensions d'alimentation, en particulier pour les étages d'amplification analogique. Après stabilisation dans un circuit 76, également associé à deux capacités externes 77 et 78, on obtient les deux tensions actives V_{circ} , ainsi que la tension de référence pour la masse, non représentée.

La sortie du doubleur 71 est donc appliquée notamment à un étage d'adaptation monté entre les sorties de lecture de la mémoire 500 et les transistors à effet de champ formant commande du degré de filtrage dans les étages à capacité commutée 51 à 58. Il en est de même pour les autres interrupteurs du circuit, notamment ceux qui court-circuitent les étages des filtres à capacité commutée, et aussi des étages, tels que 45, munis de tels interrupteurs.

Les tensions de sortie du circuit de stabilisation 76 sont appliquées à tous les composants actifs de la puce U2. Ils vont donc notamment sur l'oscillateur 110 et les circuits 515 et 519 qui lui sont associés.

L'oscillateur 110 fournit une fréquence de 1 MHz qui sert notamment pour la commande de la mémoire 500 en lecture, le cas échéant, en écriture. La sortie de l'oscillateur 510 est également appliquée à un étage 515 qui est un autre élévateur de tension, à capacités intégrées, qui est capable de fournir une tension de l'ordre de 25 V pour la programmation de la mémoire 500 à l'écriture. Les capacités peuvent être intégrées, du fait que l'écriture est relativement lente, ce qui laisse le temps nécessaire à l'accumulation à l'énergie requise pour cette programmation.

L'étage 515 est dépendant de la commande d'écriture/lecture déjà mentionnée à propos de la logique de commande 505. En réponse à cette commande, on va en même temps présenter le signal correspondant au bit à écrire au registre 501 de la mémoire 500 et réaliser la commande d'écriture, par l'application de la sortie de l'élévateur de tension 515 sur la ligne L qui assure l'écriture ou chargement (LOAD) dans la mémoire 500.

Pendant ce temps, l'état des circuits à capacités commutées peut n'être pas bien déterminé. En conséquence, une sortie auxiliaire de l'étage 515 actionne un circuit de silence (MUTING) 519 qui agit sur l'un des amplificateurs d'un circuit de sortie 65 pour inhiber le fonctionnement acoustique.

Ayant ainsi décrit l'ensemble des commandes et alimentation du circuit, jusqu'aux capacités commutées, il convient d'observer que la sortie du dernier étage 58 de filtrage à capacités commutées est appliquée à un circuit 60 qui réalise un écrêtage par son amplificateur médian 60B avec, à l'entrée, un étage préamplificateur 60A avant écrêtage et, à la sortie, un filtre de longueur d'onde 60C. Cet ensemble possède la fonction de réglage du niveau maximal en sortie.

La sortie de l'étage 60 est appliquée à un étage de sortie 65 qui comporte d'abord un étage de lissage 65A, suivi d'un tampon de sortie 65B.

C'est cet étage de lissage 65A de l'organe 65 qui réalise la fonction de silence déjà mentionnée.

Les deux sous-étages du circuit 45, le premier et le dernier étages du circuit 60, ainsi que le premier étage du circuit 65 reçoivent la fréquence f_c pour assurer les corrections convenables, compte tenu de l'échantillonnage réalisé par les capacités commutées.

Bien entendu, tous les filtres à capacités commutées reçoivent également cette fréquence f_c , en même temps que la commande d'au moins un interrupteur qui est sous le contrôle du contenu de la mémoire 500.

Il est maintenant fait référence aux figures 5A et 5B.

Au recto (fig. 5A) du substrat S du circuit hybride, on implante les capacités 39, 73, 74, 75, 77, 78 et 80, sous la forme de métallisations à deux niveaux, que le spécialiste reconnaîtra.

Il s'y ajoute des plages de connexions, à gauche

pour le quartz QZ1, qui surplombe les capacités centrales 75 et 77, à droite pour les connexions de sortie (point chaud OUT et alimentations S+, S), et le pôle positif P+ de la pile.

5 Côté verso (fig 5B), on prévoit des plages de connexion, avec les autres connexions d'entrée/sortie, de part et d'autre de l'empilement central des deux puces U1 et U2.

10 Le circuit hybride est réalisé en cinq couches. Sous les puces, les résistances sont sérigraphiées sur les couches intermédiaires.

La réalisation du circuit selon l'invention, avec la petite taille requise pour une prothèse intra-conduit, a posé des problèmes techniques considérables.

15 Il a tout d'abord fallu intégrer les fonctions requises dans la puce U2 de filtre (Fig. 4), et résoudre les problèmes d'alimentation de celle-ci.

20 Ensuite, il a fallu concevoir un circuit hybride capable de recevoir les deux puces U1 et U2, avec leurs auxiliaires, en conservant des dimensions très faibles.

Pour cela, de façon tout à fait inhabituelle en technologie hybride, on a recouru d'abord à la fixation d'une puce U2 sur une zone où sont déjà implantées des résistances, et de plus à la fixation d'une seconde puce U1 sur la première. Il s'est avéré possible de faire marcher un tel montage, contraire aux règles d'hybridation couramment admises, pourvu que la colle isolante de fixation des puces ne déborde pas sous celles-ci et présente une épaisseur réduite, de l'ordre de 50 micromètres.

30 En outre, seule la technologie dite co-cuit basse température multi-couches, avec 5 couches préperforées, trous métallisés avant cuisson, et sérigraphie des résistances également effectuée avant cuisson a permis de restreindre l'encombrement de l'empilement des puces, avec leurs connexions périphériques, aux dimensions voulues. Ceci a été possible du fait que l'ajustement précis desdites résistances n'est pas nécessaire. On réalise alors les interconnexions d'une face à l'autre sans encombrement latéral supplémentaire.

40 Les figures 6A à 6C montrent l'implantation complète de la prothèse, agrandie sensiblement 10 fois.

Le schéma montre le circuit hybride seulement. Le microphone, l'écouteur amplifié et le potentiomètre de volume lui sont reliés par fils volants. Leur implantation est réalisée pour minimiser le volume occupé.

50 Ainsi, le circuit hybride s'étend longitudinalement selon un volume parallélépipédique visible sur les figures 6, dont la longueur est inférieure à environ 11 mm, et la largeur inférieure à environ 6 mm, la hauteur étant du même ordre.

55 Cette prothèse entre aisément dans un canal auriculaire, même de petite taille. L'échancrure PZ permet de placer le microphone du côté droit ou gauche,

selon le conduit auditif concerné.

L'expérience a montré que, cette prothèse modifiant la géométrie interne du canal auriculaire, il est important de prévoir des ajustements au milieu de la bande de fréquences acoustiques utiles, par des filtres dits "creux".

Selon l'invention, ces ajustements se font à 1 ou 2 kHz et à 3 kHz. Le choix de la fréquence de 1 ou 2 kHz est programmable. Les deux filtres sont court-circuitables et possèdent en outre deux états de filtrage différents. Leur atténuation au centre peut aller jusqu'à -12 dB, pour une courbe d'atténuation en V, avec une largeur à mi-hauteur d'environ +/- 30 % de la fréquence centrale.

Les filtres passe-bas ont une pente programmable à 4 valeurs: 0 dB/octave, 6 dB/oct, 12 dB/oct et 18 dB/oct. La fréquence de coupure est programmable à 250 Hz, 500 Hz, 1 kHz, 1,5 kHz, 2,5 kHz et 3 kHz, avec une précision de réglage de +/- 5 %.

Les filtres passe-haut ont une pente programmable à 4 valeurs: 0 dB/octave, 6 dB/oct, 12 dB/oct et 18 dB/oct. La fréquence de coupure est programmable à 1 kHz, 2 kHz, 3 kHz et 4 kHz, avec une précision de réglage de +/- 5 %.

L'écriteur programmable limite l'amplitude des signaux en sortie dans la gamme de 15 à 80 millivolts RMS (+/- 5%), par pas de 15 mV RMS. Il peut être programmé hors circuit.

L'expérience montre que la prothèse possède d'excellentes caractéristiques générales, notamment en termes de niveau de bruit (ce qui est un paramètre critique avec des filtres à capacités commutées). Elle est très bien acceptée et utilisée par les usagers, auxquels elle apporte un progrès majeur.

Revendications

1. Dispositif électronique formant prothèse auditive programmable miniature, en particulier du type intra-conduit, comprenant :

- un microphone (2),
- des moyens de filtrage (4) à filtres à capacité commutée (51-58),
- des moyens d'amplification (3) aptes à amplifier des signaux d'entrée issus du microphone (2),
- un transducteur de restitution sonore (9) apte à transcrire les signaux issus des moyens de filtrage (4),
- des moyens de commande de ladite prothèse, comprenant une mémoire de commande (500) programmable et une interface de programmation (505),
- un quartz (QZ1) apte à piloter la commutation des filtres à capacité commutée (51-58),
- des moyens d'alimentation en tension,

comprenant une pile d'alimentation basse tension (1), au moins un convertisseur continu continu élévateur en basse tension (61, 72, 76), apte à alimenter le quartz (QZ1), et au moins un convertisseur continu continu élévateur en tension élevée (515) apte à fournir la tension d'écriture de la mémoire de commande (500), et

- des condensateurs externes de liaison (29, 39, 80), et des condensateurs externes de découplage (73-75, 77, 78) couplés au moins aux moyens d'alimentation, caractérisé en ce qu'il est réalisé sous la forme d'au moins un circuit intégré (U1, U2, U3) collé sur une face supérieure d'un substrat (S), lequel substrat est muni d'échancrures destinées à loger le microphone (2), en ce que les condensateurs externes sont installés sur une face inférieure dudit substrat (S), et

en ce que le quartz (QZ1) est installé au-dessus desdits condensateurs externes, ce qui permet de réaliser un assemblage compact pouvant être introduit dans un canal auriculaire.

2. Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'il comporte un premier circuit intégré (U1) comprenant les moyens d'amplification (3), un second circuit intégré (U2) comprenant les moyens de filtrage (4), les moyens de commande et les moyens d'alimentation, et un troisième circuit intégré (U3) comprenant le transducteur (8, 9), et en ce que ledit transducteur est un transducteur amplifié (8, 9).

3. Dispositif selon la revendication 2, caractérisé en ce que le premier circuit intégré (1) est collé sur le second circuit intégré (U2), lequel est collé sur la face supérieure du substrat (S).

4. Dispositif selon l'une des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que les circuits intégrés (U1, U2, U3) sont réalisés en technologie dite SACMOS, et en ce que le substrat (S) est un circuit hybride du type co-cuit multicouche pré-perforé.

5. Dispositif selon la revendication 4, caractérisé en ce que la face supérieure du substrat (S) comprend sur une partie de sa surface des plages de connexion, et en ce que les couches intermédiaires du substrat (S) logent des résistances sérigraphiées, lesquelles coopèrent avec les moyens d'amplification (3).

6. Dispositif selon l'une des revendications 2 à 5, caractérisé en ce que le premier circuit intégré (U1) est connecté au microphone (2) par une première capacité externe de liaison (29), et la sortie dudit premier circuit intégré (U1) est connectée au second circuit intégré (U2) par une seconde capacité externe de liaison (30), dont la sortie est connectée au troisième circuit intégré (U3) par une troisième capacité externe de liaison (80), lesquelles capacités externes de liaison sont logées sur la face inférieure du substrat (S).
7. Dispositif selon la revendication 2, caractérisé en ce que les moyens de filtrage (4) comprennent des moyens (54, 55) d'ajustement au voisinage de deux fréquences acoustiques situées au centre de la bande audible, préférentiellement à un ou deux kilohertz et à trois kilohertz.
8. Dispositif selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que l'interface de programmation (505) répond à une seule commande pour produire la tension d'écriture en mémoire et la commande de basculement en mode écriture, ce qui minimise le besoin en connexion et la taille du connecteur.
9. Dispositif selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que le circuit hybride (S) s'étend selon un volume parallélépipédique, dont la longueur est inférieure à environ 11 millimètres, et la largeur inférieure à 6 millimètres.

Patentansprüche

1. Elektronische Vorrichtung für ein programmierbares Miniatur-Hörgerät, insbesondere vom intraaurikularen Typ, umfassend:
ein Mikrophon (2),
eine Filtereinrichtung (4) mit Schaltkapazitätsfiltern (51 bis 58),
eine Verstärkereinrichtung (3) zum Verstärken der vom Mikrophon (2) erzeugten Eingangssignale,
einen Klangwiedergabewandler (9) zum Wandeln der Ausgangssignale der Filtereinrichtung (4),
eine Steuereinrichtung zum Steuern des Hörgerätes mit einem programmierbaren Befehlsspeicher (500) und einer Programmier-Schnittstelle (505),
einen Quarz (QZ1) zum Steuern des Schaltvorganges der Schaltkapazitätsfilter (51 bis 58),
eine Spannungsversorgungseinrichtung mit einer Niederspannungsbatterie (1), mindestens einem spannungserhöhenden Niederspannungs-Gleichspannungswandler (61, 72, 76) zum Speisen des Quarz (QZ1) und mindestens einen auf

eine angehobene Spannung spannungserhöhenden Gleichspannungswandler (515) zum Bereitstellen einer Schreibspannung für den Befehlsspeicher (500) und externe Koppelkondensatoren (29, 39, 80) und externe Endkopplungskondensatoren (73 bis 75, 77, 78), die mindestens mit der Versorgungseinrichtung verbunden sind, dadurch **gekennzeichnet**,
daß sie in Form mindestens einer integrierten Schaltung (U1, U2, U3) ausgebildet ist, die auf einer Oberseite eines Substrates (S) aufgeklebt ist, das mit Aussparungen zur Aufnahme des Mikrophons (2) versehen ist,
daß die externen Kondensatoren auf einer Unterseite des Substrates (S) angeordnet sind und daß der Quarz (QZ1) über den externen Kondensatoren angeordnet ist, wodurch eine kompakte Anordnung erzielt werden kann, die in einen Gehörgang einführbar ist.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch **gekennzeichnet**, daß sie eine erste integrierte Schaltung (U1) umfassend die Verstärkereinrichtung (3), eine zweite integrierte Schaltung (U2) umfassend die Filtereinrichtung (4), die Steuereinrichtung und die Versorgungseinrichtung, und eine dritte integrierte Schaltung (U3) umfassend den Wandler (8, 9) hat, und daß der genannte Wandler ein verstärkter Wandler (8, 9) ist.
3. Vorrichtung nach Anspruch 2, dadurch **gekennzeichnet**, daß die erste integrierte Schaltung (1) auf die zweite integrierte Schaltung (U2) aufgeklebt ist, die ihrerseits auf die Oberseite des Substrates (S) aufgeklebt ist.
4. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch **gekennzeichnet**, daß die integrierten Schaltungen (U1, U2, U3) in einer als SACMOS bezeichneten Technologie hergestellt sind, und daß das Substrat (S) eine Hybridschaltung des Typs mit mehreren vorperforierten kugeharteten Schichten ist.
5. Vorrichtung nach Anspruch 4, dadurch **gekennzeichnet**, daß die Oberseite des Substrates (S) auf einem Teil ihrer Fläche Verbindungsbahnen hat und daß die Zwischenschichten des Substrates (S) im Siebdruckverfahren aufgedruckte Widerstände aufnehmen, welche mit der Verstärkereinrichtung (3) zusammenwirken.
6. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 2 bis 5, dadurch **gekennzeichnet**, daß die erste integrierte Schaltung (U1) mit dem Mikrophon (2)

über einen externen Koppelkondensator (29) und der Ausgang der ersten integrierten Schaltung (U1) mit der zweiten integrierten Schaltung (U2) über einen zweiten externen Koppelkondensator (30) verbunden ist, dessen Ausgang an die dritte integrierte Schaltung (U3) über einen dritten externen Koppelkondensator (30) angeschlossen ist, wobei die externen Koppelkondensatoren an der Unterseite des Substrates (S) angeordnet sind.

7. Vorrichtung nach Anspruch 2, dadurch **gekennzeichnet**, daß die Filtereinrichtung (4) Mittel (54, 55) zur Einstellung auf einen Bereich zweier akustischer Frequenzen in der Mitte des hörbaren Frequenzbandes, vorzugsweise auf ein oder zwei Kilohertz und auf drei Kilohertz umfaßt.
8. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch **gekennzeichnet**, daß die Programmier-Schnittstelle (505) auf einen einzigen Befehl anspricht, um die Schreibspannung für den Speicher und den Befehl zum Umschalten auf den Schreibmodus zu erzeugen, wodurch der Bedarf an Anschlüssen und die Abmessung des Steckers minimiert wird.
9. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch **gekennzeichnet**, daß die Hybridschaltung (S) das Volumen eines Parallelepipeds hat, dessen Länge weniger als ungefähr 11 Millimeter und dessen Breite weniger als 6 Millimeter beträgt.

Claims

1. Electronic device for a programmable miniature hearing aid prosthesis, in particular of the intra-conduit type, comprising:
 - a microphone (2),
 - filtering means (4) with switched capacity filters (51-58),
 - amplifying means (3) adapted to amplify incoming signals from the microphone (2),
 - a sound-restoring transducer (9) adapted to transcribe the signals emerging from the filtering means (4),
 - control means for the said prosthesis comprising a programmable control memory (500) and a programming interface (505),
 - a quartz crystal (QZ1) adapted to control the switching of the switched capacity filters (51-58),
 - means for supplying a voltage comprising a low-voltage cell or battery (1) at least one DC-DC converter for increasing the voltage (61, 72, 76) adapted to supply the crystal

(QZ1) and at least one high voltage DC-DC voltage converter (515) adapted to provide the voltage for writing in the control memory (500) and,

- external connecting capacitors (29, 39, 80) and external de-coupling capacitors (73-75, 77, 78) coupled at least to the supply means, characterised in that it is realised in the form of at least one integrated circuit (U1, U2, U3) stuck to an upper face of a substrate (S), which substrate is provided with recesses designed for mounting the microphone (2), that the external capacitors are mounted on a lower face of the said substrate (S) and, that the crystal (QZ1) is mounted on top of the said external capacitors, such as to allow the achievement of a compact assembly capable of being introduced into an auricular canal.
2. Device according to claim 1, characterised in that it includes a first integrated circuit (U1) comprising the amplifying means (3), a second integrated circuit (U2) comprising the filtering means (4), command means and supply means and a third integrated circuit (U3) comprising the transducer (8, 9), and that the said transducer is an amplified transducer (8, 9)
 3. Device according to claim 2, characterised in that the first integrated circuit (1) is stuck onto the second integrated circuit (U2), which is stuck onto the upper face of the substrate (S).
 4. Device according to one of claims 1 to 3, characterised in that the integrated circuits (U1, U2, U3) are realised using the so-called SACMOS technology and that the substrate (S) is a hybrid circuit of the co-annealed multi-layer pre-punched type.
 5. Device according to claim 4, characterised in that the upper face of the substrate (S) has on one part of its surface connection pads and that the intermediate layers of the substrate (S) receive screen-printed resistors, which co-operate with the amplification means (3).
 6. Device according to one of claims 2 to 5, characterised in that the first integrated circuit (U1) is connected to the microphone (2) through a first external connecting capacitor (29) and the output of the said integrated circuit (U1) is connected to a second integrated circuit (U2) through a second external connecting capacitor (30) of which the

output is connected to the third integrated circuit (U3) through a third external connecting capacitor (80) the said external connecting capacitors being mounted on the lower face of the substrate (S).

5

7. Device according to claim 2, characterised in that the filtering means (4) comprise means (54, 55) for adjustment in the neighbourhood of two acoustic frequencies situated in the centre of the audible range, preferably one or two kilohertz and three kilohertz.
8. Device according to one of the preceding claims, characterised in that the programming interface (505) responds to a single command to produce the voltage for writing into the memory and the command for changing over to the writing mode, such as to minimise the need for connection and the dimensions of the connector.
9. Device according to one of the preceding claims, characterised in that the hybrid circuit (S) extends along a parallelepiped volume of which the length is less than about 11mm and the minor dimension is 6mm.

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

9

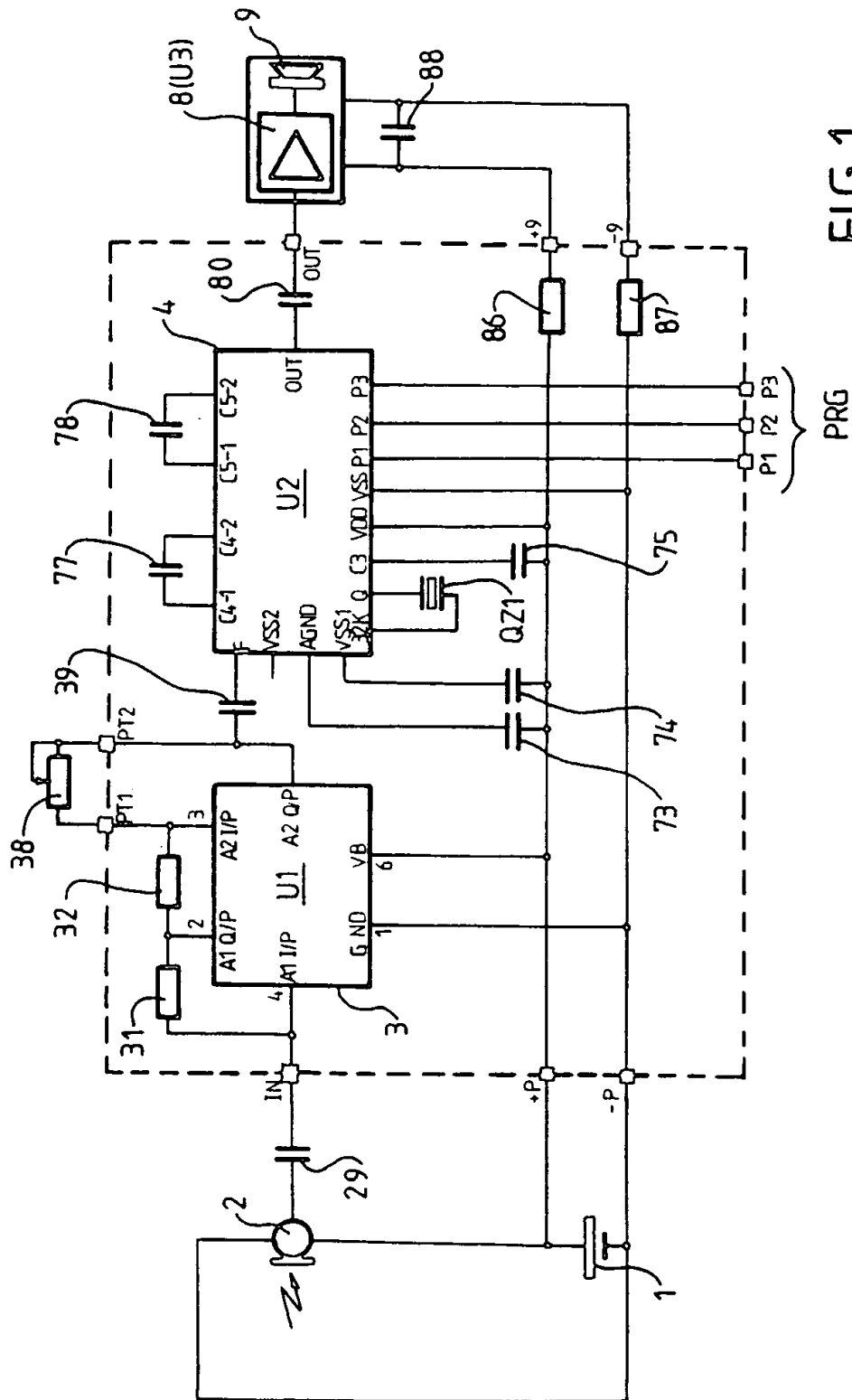


FIG. 1

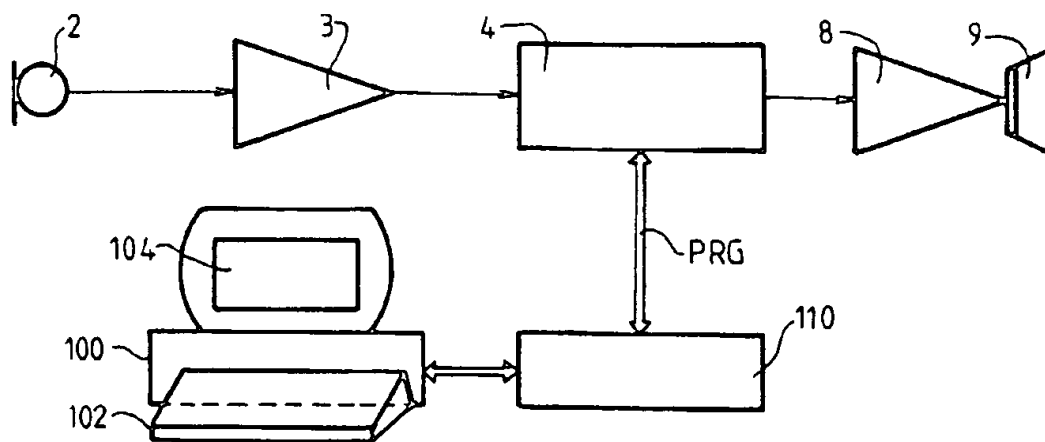


FIG. 2

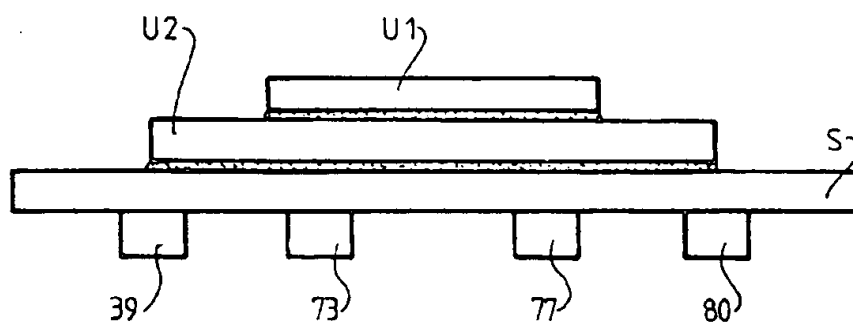


FIG. 3

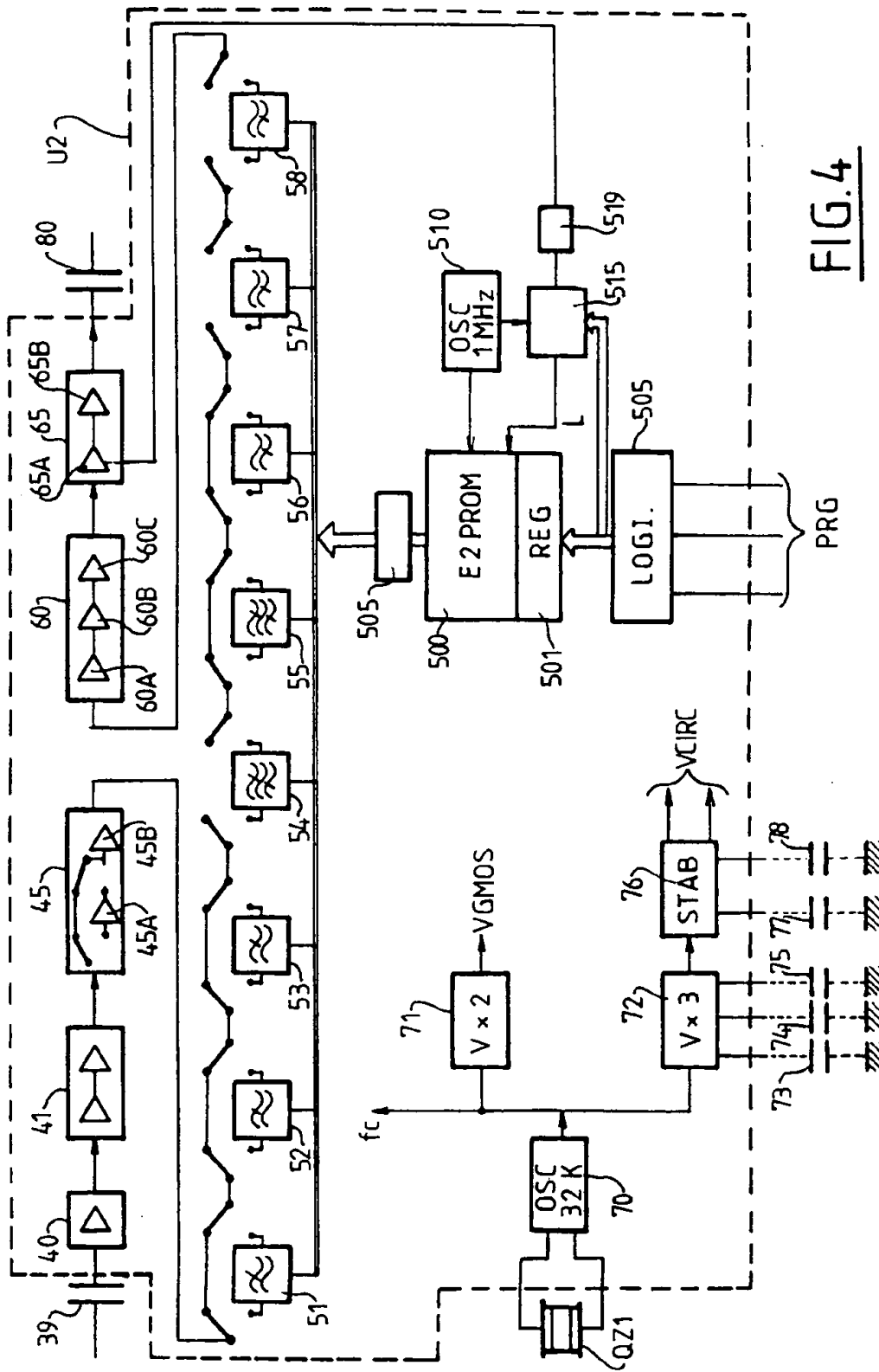


FIG. 4

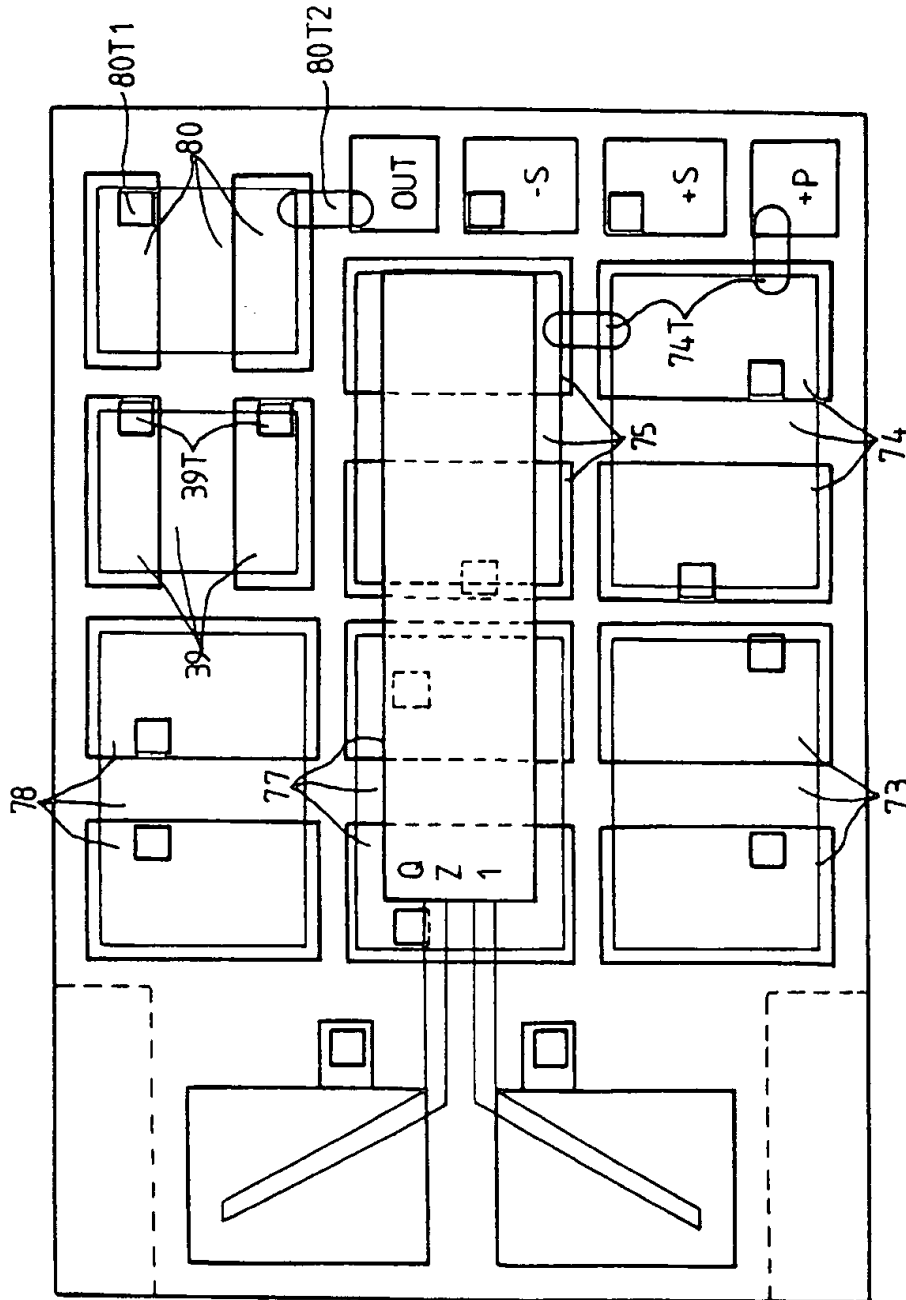


FIG.5A

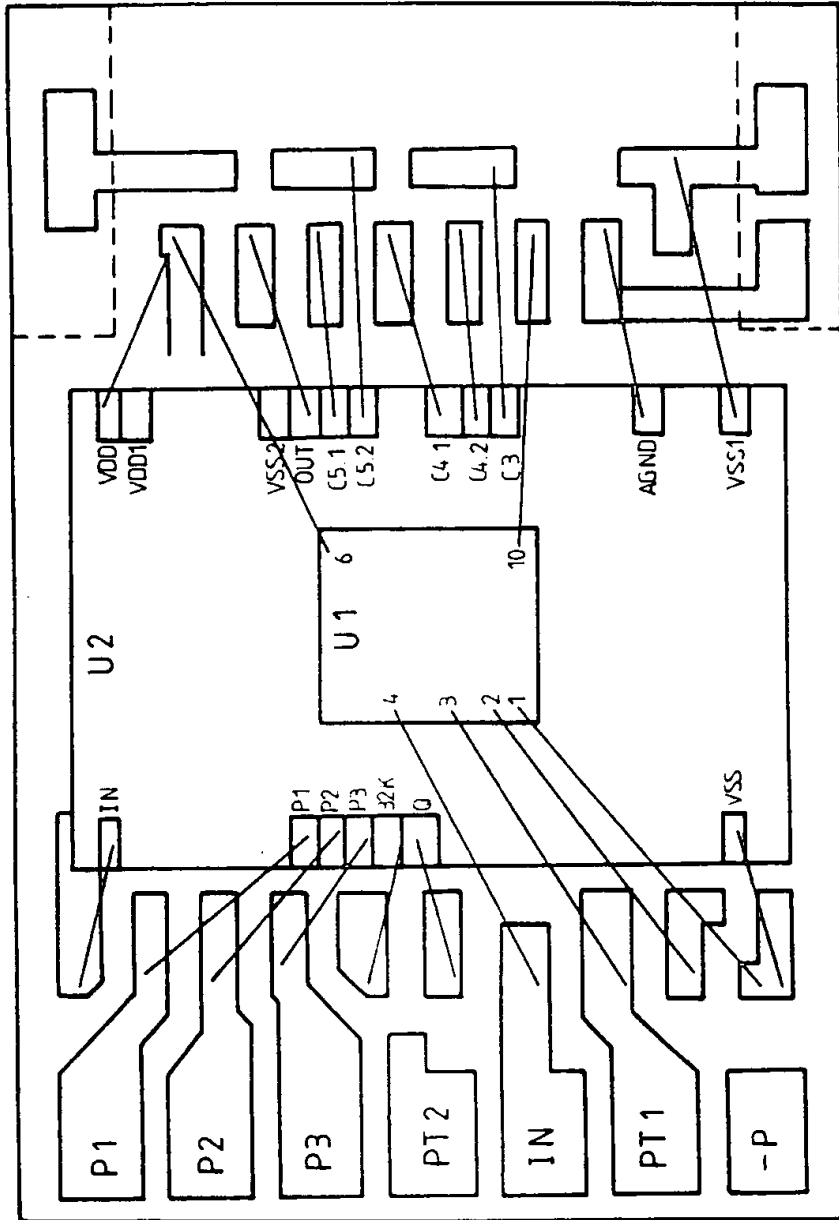
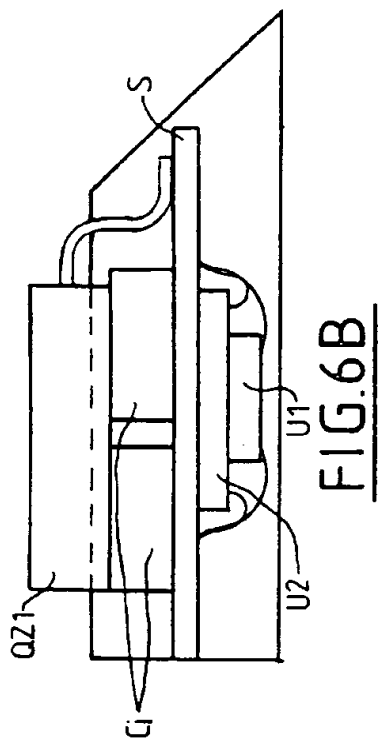
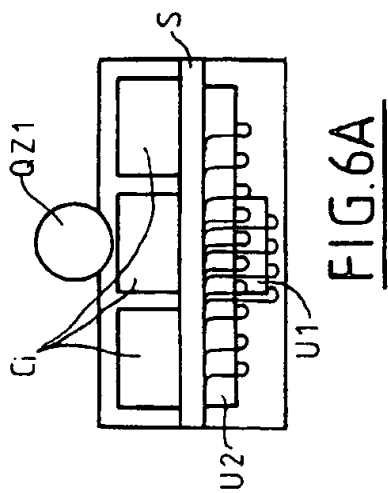


FIG. 5B



1mm

